

**PENGARUH BAHAN CAMPURAN LLDPE, HDPE, DAN
PARUTAN BAN BEKAS ASPAL BETON AC-BC
TERHADAP NILAI MARSHALL**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh :

**JIHAD KHAMEINI S
D100 140 166**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH BAHAN CAMPURAN LLDPE, HDPE, DAN PARUTAN BAN BEKAS
ASPAL BETON AC-BC TERHADAP NILAI MARSHALL**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

JIHAD KHAMEINI S

D 100 140 166

Telha diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

**Dosen
Pembimbing**



Gurawan Djati Wibowo, S.T., M.Eng.

NIK : 782




HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH BAHAN CAMPURAN LLDPE, HDPE, DAN PARUTAN BAN BEKAS ASPAL BETON AC-BC TERHADAP NILAI MARSHALL

OLEH
JIHAD KHAMEINI S
D100 140 166

Telah Dipertahankan Didepan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Kamis 2 Agustus 2021
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat

Dewan Penguji:

1. Gurawan Djati Wibowo., S.T., M.Eng. ()
(Ketua Dewan Penguji)
2. Mochamad Solikin., S.T., M.T., PhD. ()
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Anto Budi Listyawan., S.T., M.T ()
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan Fakultas Teknik



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 Juni 2021

Penulis



JIHAD KHAMEINI S

D 100 140 166

PENGARUH BAHAN CAMPURAN LLDPE, HDPE, PARUTAN BAN BEKAS ASPAL BETON AC- BC TERHADAP NILAI MARSHALL

Abstrak

Perkembangan dan pertumbuhan penduduk sangat pesat di Indonesia. Seiring dengan hal tersebut mengakibatkan peningkatan mobilitas penduduk . salah satu komponen transportasi adalah jalan, maka diperlukan peningkatan baik kuantitas maupun kualitas jalan. Salah satu komponen jalan adalah aspal, karena banyaknya limbah plastic dan penguraiannya membutuhkan waktu yang lama banyak penelitian tentang pemanfaatan limbah plastic sebagai bahan campuran aspal. Dari penelitian ini membandingkan 3 penelitian tedahulu dengan bahan campuran: LLDPE, HDPE, parutan ban bekas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai karateristik marshall dari 3 bahan campuran tersebut. Bahan biji plastic LLDPE diambil dari plastic yang biasa digunakan untuk membungkus es batu, tepung terigu, dan gula pasir dengan presentse 1%, 3%, 5%, 7%, 9% kemudian dicairkan dan di campur dengan aspal, bahan HDPE diambil dari pengolahan limbah sampah Bantar Gerbang, Bekasi berupa kantung plastic, botol plastic, dan plastic minyak dengan presentase 3% dan 6% yang dicairkan dan dicampur dengan aspal, sedangkan bahan parutan ban bekas diambil dari ban bekas kendaraan roda 4 yang digunakan sebagai pengganti agregat dicampur dengan aspal yang cair dengan presentase 1%, 2%, 3%, 4%, 5% dari berat aspal. Penelitian ini menggunakan metode studi literature dengan membandingkan 3 studi terdahulu dan menelaah studi terdahulu (3 jurnal), dengan cara mensarikan penelitian terdahulu yang memiliki kemiripan penilitian, serta menganalisis hasilnya dengan cara membandingkan hasil dari penilitian dari ketiga data yang sama dengan presentase yang sama yaitu 3% untuk mendapatkan suatu penelitan yang baru, karena bahan tambah parutan ban bekas yang pengerjaannya berbeda tidak dapat dilakukan perbandingan dengan bahan tambah yang lain. Dari hasil perbandingan dari kedua bahan campuran dapat dilihat bahwa bahan campuran HDPE dengan kadar aspal 6,5% dan presentase penambahan 3% lebih baik dari pada bahan campuan yang lain dengan presentase yang sama. Dengan kesimpulan hasil pembahasan dari ketiga jurnal terdahulu secara keseluruhan bahwa hanya bahan tambah HDPE memenuhi syarat dan layak digunakan sebagai bahan tambah atau campuran aspal beton AC-BC dengan komposisi yang disarankan adalah kadar aspal 5,5% dengan penambahan bahan tambah HDPE 6%.

Kata kunci : limbah plastk, bahan campuran aspal, LLDPE, HDPE, parutan ban bekas, SNI Bina Marga 2010

Abstract

The development and population growth is very rapid in Indonesia. Along with this resulted in an increase in population mobility. one of the components of transportation is the road, it is necessary to increase both the quantity and quality of the road. One of the components of the road is asphalt, because of the large amount of plastic waste and its decomposition takes a long time, a lot of research on the use of plastic waste as a mixture of asphalt. This research compares 3 previous studies with mixed materials: LLDPE, HDPE, grated used tires. This study aims to determine the value of the marshall characteristics of the 3 mixed materials. LLDPE plastic seed material is taken

from plastic commonly used to wrap ice cubes, wheat flour, and sugar with a percentage of 1%, 3%, 5%, 7%, 9% then melted and mixed with asphalt, HDPE material is taken from processing Bantar Gerbang, Bekasi waste waste in the form of plastic bags, plastic bottles, and plastic oil with a percentage of 3% and 6% which is melted and mixed with asphalt, while the grated material used for tires is taken from used tires of 4-wheeled vehicles which are used as a substitute for aggregate mixed with asphalt. which is liquid with a percentage of 1%, 2%, 3%, 4%, 5% by weight of asphalt. This study uses the literature study method by comparing 3 previous studies and reviewing previous studies (3 journals), by extracting previous research that has similar research, and analyzing the results by comparing the results of research from the same three data with the same percentage, namely 3 % to obtain a new research, because the added material of used tire grater with different processing cannot be compared with other added materials. From the results of the comparison of the two mixtures, it can be seen that the HDPE mixture with an asphalt content of 6.5% and the percentage addition of 3% is better than the other mixtures with the same percentage. With the conclusion of the discussion results from the three previous journals as a whole that only HDPE added material meets the requirements and is suitable for use as an additive or mixture of AC-BC asphalt concrete with a recommended composition of 5.5% asphalt content with the addition of 6% HDPE added material.

Keywords : plastic waste, asphalt mixture, LLDPE, HDPE, grated used tires, SNI Bina Marga 2010

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan pertumbuhan penduduk sangat pesat di Indonesia. Seiring dengan hal tersebut mengakibatkan peningkatan mobilitas penduduk. Salah satu prasarana transportasi adalah jalan yang merupakan kebutuhan pokok dalam kegiatan masyarakat. Dengan melihat mobilitas penduduk yang sangat tinggi maka diperlukan peningkatan baik kuantitas maupun kualitas jalan yang memenuhi kebutuhan masyarakat.

Salah satu komponen utama suatu jalan adalah aspal. Karena semakin bertambahnya limbah plastic dan penguraianya membutuhkan waktu yang cukup lama banyak penelitian tentang pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan campuran untuk aspal. Penelitian ini berusaha membandingkan dari 3 bahan campuran aspal yaitu : plastik *low linier density poly ethylene* (LLDPE), *high density poly ethylene* (HDPE), dan parutan ban bekas.

Pemanfaatan plastik *low linier density poly ethylene* (LLDPE) sebagai bahan tambahan dalam campuran lapisan AC-BC guna peningkatan nilai stabilitas, dengan kadar persen penambahan LLDPE 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% dihitung dari berat aspal.

High density polyethylene (HDPE) merupakan bahan baku untuk jenis plastic, hasil produksi plastic HDPE berupa kantong kresek, tas plastik HD, dan sleeping bag.

Pemanfaatan biji plastik HDPE sebagai bahan tambahan dalam campuran dalam lapisan AC-BC guna peningkatan nilai stabilitasnya yang lebih besar dari aspal konvensional, sekaligus langkah untuk mengurangi masalah lingkungan yang timbul akibat meningkatnya limbah plastik tiap tahunnya dengan memanfaatkan limbah biji plastik yang ada. Melalui aspal modifikasi ini diharuskan dapat menghasilkan alternatif baru dalam meningkatkan kinerja dari perkerasan jalan. Maksud dari penelitian ini adalah mengetahui serta menganalisis pengaruh campuran aspal plastik high density polyethylene dan membandingkannya dengan aspal konvensional dan memanfaatkan hasil daur ulang sampah plastik HDPE, plastik HDPE sebagai aditif pada lapisan AC-BC. Berdasarkan permasalahan ini dengan menambahkan limbah plastik HDPE berkisar 6% terhadap berat aspal optimum akan didapatkan berapa persen limbah plastik HDPE yang ditambahkan dalam campuran LASTON AC-BC agar memenuhi nilai karakteristik Marshall (spesifikasi umum divisi IV revisi 3, Bina Marga, 2010) yang tahan terhadap perubahan cuaca extreme dan didapatkan bahan bangunan yang ramah lingkungan.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai karakteristik Marshall yang terdiri dari stabilitas, kelekatan (flow), *void in mineral aggregate* (VMA), *void in mix* (VIM), *void filled with asphalt* (VFA), dan Marshall quotient terhadap campuran aspal modifikasi. Dan bisa bermanfaat untuk menjadi acuan atau referensi penelitian mendatang. Hasil dari penelitian berasal dari 3 sumber jurnal terdahulu, apabila ada kesalahan dalam penulisan jurnal ini berasal dari saya sendiri, bukan dari 3 jurnal yang dijadikan sumber.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan cara, Studi literature, dengan cara mengumpulkan data pustaka, mencatat, dan mengolah bahan penelitian. Menelaah studi terdahulu (3 jurnal), dengan cara mensarikan penelitian terdahulu yang memiliki kemiripan penelitian, serta menganalisis hasilnya dengan cara membandingkan hasil dari penelitian tersebut untuk mendapatkan suatu penelitian yang baru, sumber data yang digunakan: Pratomo Priyo, Hadi Ali dan Sepriskha Diansari *Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linier Density Poly Ethylene (LLDPE) Ditinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC)*. Rian Wanardi Eriyono dan Imam Hagni Puspito *Pengaruh Penambahan Plastik High Density Poly Ethylene Pada Lapisan*

Perkerasan Aspal Beton AC-BC Cut Khairani DE, Sofyan M.Saleh , dan Sugiarto Uji Marshall pada Campuran Aspal Concrete Binder Course AC-BC Dengan Tambahan Parutan Ban Bekas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi III Jurnal pertama didapat kadar aspal optimum sebesar 6% tanpa penambahan. Kemudian dilakukan pengujian Marshall dengan penambahan LLDPE dengan presentase antara lain 0%, 1%, 3%, 5%, 7%, 9%. Untuk LLDPE diambil dari plastic yang biasa digunakan untuk membungkus es batu, tepung terigu, dan gula pasir dengan merek dagang yang sama, dan proses pemotongan dilakukan dengan vertical dengan ukuran yang sama. Berikut adalah hasil table pengujian Marshall :

Tabel 1. Hasil Pengujian Marshall

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075mm dengan kadar aspal efektif	min	1,0		
	max	1,4		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Max	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA)(%)	Min	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1800
Pelelehan(mm)	Min	2		3
	Max	4		6

Table 2. Hasil Pengujian Marshall kadar aspal optimum dengan bahan tambah LLDPE

No	presentase KAO + LLDPE	VIM (%)	VMA (%)	Stablitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VFA (%)
1	6.5 %+0%	4.963	15.665	819.8	3	273.27	67.23
2	6.5 %+1%	7.112	19.004	867.3	3.6	310.23	64.89
3	6.5 %+3%	6.856	18.873	1012	5.3	298.2	69.56
4	6.5 %+5%	7.112	19.004	950.9	2.9	198.3	64.34
5	6.5 %+7%	7.615	19.783	1189.4	3.5	410.4	61.24
6	6.5 %+9%	7.887	19.892	1585.7	3,4	450.3	59.92

Jurnal kedua dengan hasil bahan tambah HDPE dengan presentase 3% dan 6%. Untuk HDPE diambil dari bahan limbah plastic, berikut adalah hasil table pengujian marshall :

Table 3. Hasil Pengujian Marshall dengan bahan tambah HDPE 3%

No	presentase aspal + HDPE	VIM (%)	VMA (%)	Stablita s (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VFA (%)
1	4,5%+3%	4,63	14,47	1444	3,35	432	68,03
2	5%+3%	3,98	14,66	1417	3,49	406	72,88
3	5,5%+3%	3,12	14,67	1231	3,64	339	78,81
4	6%+3%	2,39	14,74	1115	3,73	310	83,80
5	6,5%+3%	2,09	17,15	1142	3,77	303	87,27

Table 4. Hasil Pengujian Marshall aspal dengan bahan tambah HDPE 6%

No	presentase aspal + HDPE	VIM (%)	VMA (%)	Stablita s (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VFA (%)
1	4,5%+6%	6,38	16,02	1262	3,31	381	60,22
2	5%+6%	5,42	15,93	1480	3,4	435	66,04
3	5,5%+6%	4,28	15,68	1515	3,65	415	72,73
4	6%+6%	3,34	15,56	1337	3,75	356	78,65
5	6,5%+6%	2,22	15,36	1191	3,9	305	85,72

Jurnal ketiga dengan kadar aspal optimum 5,28% dengan bahan tambah perutan ban bekas dengan presentase 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Berikut adalah hasil table pengujian marshall :

Tabel 5. Pengujian Marshall kadar aspal optimum dengan bahan tambah parutan ban

No	presentase KAO + parutan ban	VIM (%)	VMA (%)	Stablita s (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VFA (%)
1	5.285%+0 %	5.4	17.860	958.49	4.1	243.74	69.88
2	5.28%+1%	6.78	19.07	881.27	4	220.06	64.52
3	5.28%+2%	6.89	19.16	1128.48	3.6	324.99	64.36
4	5.28%+3%	8.43	20.5	1034.18	4.6	222.75	59.51
5	5.28%+4%	13.78	25.14	502.51	4.3	126.25	45.51
6	5.28%+5%	16.94	27.88	442.96	5	94.7	49.65

Dari table pertama nilai stabilitas memenuhi syarat SNI Bina Marga 2010 Divisi 6 revisi III dengan syarat minimal 800 kg dengan nilai tertinggi 1585,7kg dengan bahan tambah presentase 9% dan dilihat dari grafik semakin bertambahnya presentase LLDPE

semakin nilai stabilitas. Pada grafik stabilitas dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya kadar LLDPE semakin besar pula nilai stabilitasnya.

Dari table penelitian kedua nilai stabilitas juga memenuhi syarat dengan nilai tertinggi 1515kg dengan presentase bahan tambah HDPE 6% dan kadar aspal 5,5%. Dilihat dari table juga mengalami titik maksimum kemudian turun kembali.

Dari table penelitian ketiga nilai stabilitas yang memenuhi syarat dari presentase 1%-3% dengan nilai tertinggi di dapat 1128,48kg dengan presentase 2%. Sama seperti yang lain pada table penelitian ini juga mengalami titik maksimum kemudian turun kembali.

3.2.1 Marshall Quotient (MQ)

Dari table penelitian pertama nilai MQ memenuhi syarat sesuai SNI Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi III yaitu nilai min 250kg/mm, nilai MQ didapat dari perbandingan nilai stabilitas terhadap nilai flow untuk menunjukkan nilai kekakuan suatu campuran beraspal dengan nilai tertinggi 450kg/mm dengan presentase bahan tambah 9%. Besarnya nilai MQ yang diperoleh memberikan indikasi bahwa campuran aspal semakin kaku dan kurang lentur. Dari table penelitian kedua didapat nilai tertinggi yang memenuhi syarat yaitu 435 kg/mm dengan presentase bahan tambah 6% dengan kadar aspal 5%. Dari table penelitian ketiga didapat nilai tertinggi 324,99kg/mm dengan presentase bahan tambah 2%.

3.2.2 Pelelehan (FLOW)

Dari table penelitian pertama dengan SNI yaitu nilai min 2% dan max 4% dengan nilai terkecil 3,4% dengan presentase 9%. Dari table penelitian kedua didapat nilai terkecil 3,31% dengan presentase 6% dan kadar aspal 4,5%. Semakin bertambahnya presentase biji plastic HDPE semakin tinggi nilai kelelehannya, karena semakin banyak kadar plastic yang digunakan mengakibatkan mengentalnya campuran aspal-plastik, dengan semakin bertambahnya nilai flow akan mempengaruhi nilai MQ. Dari table penelitian ketiga nilai terkecil 3,6% dengan presentase bahan tambah 2%. Semakin besar nilai flow akan mempengaruhi nilai MQ.

3.2.3 VFA

Dari table penelitian pertama dengan SNI 65% nilai terbesar didapat nilai 69,59% dengan presentase bahan tambah 3%. Dilihat dari table VFA mengalami kenaikan pada penambahan 5% kemudian semakin turun semakin bertambahnya persentase. Dari table

penelitian kedua nilai terbesar didapat nilai 87,27% dengan presentase bahan tambah 3% dan kadar aspal 6,5%. Semakin bertambahnya presentase bahan tambah menjadikan VFA semakin tinggi. Dari table penelitian ketiga tidak ada yang memenuhi syarat. Dilihat dari table semakin besar presentase bahan tambah semakin kecil VFA.

3.2.4 VIM

Dari table penelitian pertama dengan SNI 3% - 5% tidak ada yang memenuhi syarat. Dilihat dari table nilai VIM menunjukkan angka yang tinggi dan melebihi spek ini dikarenakan semakin banyak presentase bahan yang digunakan semakin cair campuran aspal plastik saat dipanaskan. Hal ini menyebabkan mudahnya campuran aspal plastik tersebut masuk ke rongga dalam campuran. Sehingga nilai VIM yang dihasilkan akan semakin tinggi. Dari table penelitian kedua didapat nilai yang memenuhi syarat yaitu 3,98% dan 3,12% dengan presentase 5% dan 5,5%. Dilihat dari table semakin besar penambahan presentase semakin rendah nilai VIM yang didapat ini dikarenakan kadar aspal plastik yang digunakan akan semakin kental waktu dipanaskan yang menyebabkan sulitnya campuran aspal plastik tersebut masuk ke rongga dalam campuran. Dari table penelitian ketiga tidak ada yang memenuhi syarat. Dilihat dari table hasil yang didapat menunjukkan bahwa semakin besar presentase bahan tambah semakin besar pula nilai VIM yang didapat, ini dikarenakan sama halnya dengan hasil penelitian yang pertama.

3.2.5 VMA

Dari table penelitian pertama dengan SNI yaitu min 14%, dilihat dari tabel bahwa setiap penambahan presentase mengakibatkan kenaikan pada nilai VMA dengan hasil tertinggi didapat pada penambahan presentase 9% yaitu 19,892%. Dari tabel penelitian kedua dapat dilihat bahwa pada penambahan presentase 6% terjadi penurunan setiap presentase bahan tambah dengan kadar aspal yang lebih tinggi ini terjadi karena biji plastik membuat aspal menjadi pengikat yang semakin kuat mengikat fraksi agregat dan membuat aspal menyelimuti agregat dengan baik. Dengan nilai terendah didapat dengan KAO 6,5% +HDPE 6% yaitu 15,36%. Dari tabel penelitian ketiga dapat dilihat juga mengalami peningkatan nilai VMA setiap penambahan presentase bahan tambah dengan nilai tertinggi didapat 27,88% dengan bahan tambah 5%.

4. PENUTUP

Dari hasil pembahasan di atas, dapat dilihat bahwa bahan tambah dengan LLDPE nilai stabilitas, flow, MQ, VMA, dan VFA memenuhi syarat sedangkan nilai VIM tidak

memenuhi syarat. Nilai stabilitas terbaik didapat 1585,7 kg dengan presentase 9%. Dari hasil pembahasan di atas, dapat dilihat bahwa bahan tambah dengan HDPE nilai stabilitas, flow, MQ, VMA, VFA, dan VIM memenuhi syarat dan layak digunakan dengan nilai stabilitas terbaik didapat 1515 kg dengan presentase 6%+kao 5,5%, Dari hasil pembahasan di atas, dapat dilihat bahwa bahan tambah parutan ban bekas hanya nilai stabilitas, flow, dan VMA yang memenuhi syarat dan belum layak digunakan dengan nilai stabilitas terbaik didapat 1128,48 kg dengan presentase 2%. Dari hasil perbandingan bahan campuran dengan presentase yang sama yaitu 3% dapat dilihat bahwa bahan campur HDPE 3% lebih baik dari kedua bahan campuran yang lain. Dari kedua nilai diatas dapat disimpulkan bahwa bahan campuran terbaik adalah dengan menggunakan LLDPE dengan presentase 9%.

Bisa menjadi refrensi penelitian mendatang Bahan tambah terbaik untuk menjadi filler adalah HDPE dengan kadar aspal 5,5% dan presentase 6%. 3. Penelitian yang akan datang diharapkan bisa menjadi lebih teliti dan lebih baik agar tidak ada kesalahan dalam penulisan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

Cut Khairani DE, Sofyan M.Saleh , dan

Sugiarto *Uji Marshall pada Campuran Aspal Concrete Binder Course AC-BC Dengan Tambahan Parutan Ban Bekas.*

Direktorat Jenderal Bina Marga, 2007, Spesifikasi Umum Divisi 6, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen PU, Jakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, Revisi 3 (2014), Seksi 6.3 Spesifikasi Campuran Beraspal Panas, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen PU, Jakarta

Pratomo Priyo ,Hadi Ali dan Sepriskha

Diansari *Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linier Density Poly Ethylene (LLDPE) Ditinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC).*

Rian Wanardi Eriyono dan Imam Hagni Puspito *Pengaruh Penambahan Plastik High Density Poly Ethylene Pada Lapisan Perkerasan Aspal Beton AC-BC.*

SNI Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi III

Pengujian aspal,lapisan serap pengikat dan lapis perekat

Sukirman, Silvia 2003. Beton Aspal Campuran Panas: Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Sukirman, S, 2003, Campuran Beraspal Panas, Penerbit Granit, Bandung